

**MARINHA DO BRASIL**  
**CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA**  
**CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAL DE MÁQUINAS – APMA.2**

**ANDERSON VINÍCIUS ROCHA SANTOS**

**LUBRIFICAÇÃO NOS MOTORES PROPULSORES E GERADORES**

**RIO DE JANEIRO**

**2018**

## **LUBRIFICAÇÃO NOS MOTORES PROPULSORES E GERADORES**

Monografia apresentada como Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de Máquinas do Centro de Instrução Almirante Graça Aranha, como parte dos requisitos para obtenção do Certificado de Competência Regra III/2 de acordo com a Convenção STCW 78 Emendada.

Orientador: Ramesses Cesar da Silva Ramos

**RIO DE JANEIRO**

**2018**

**ANDERSON VINÍCIUS ROCHA SANTOS**

## **LUBRIFICAÇÃO NOS MOTORES PROPULSORES E GERADORES**

Monografia apresentada como Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de Máquinas do Centro de Instrução Almirante Graça Aranha, como parte dos requisitos para obtenção do Certificado de Competência Regra III/2 de acordo com a Convenção STCW 78 Emendada.

Data da Aprovação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Orientador: Ramesses Cesar da Silva Ramos

---

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL: \_\_\_\_\_

---

Assinatura do Aluno

Dedico este trabalho inicialmente a Deus, pois ele é o Senhor de todas as coisas.  
Também dedico a minha família pois são a minha base, sem eles eu nada seria.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao amigo e orientador Ramesses César da Silva Santos pois me ajudou muito ao longo do processo de criação desse trabalho, agradeço aos meus amigos de turma pelas experiências que trocamos ao longo desse curso. Em especial agradeço a minha esposa Monique Santos, pois me ajudou nos momentos difíceis e teve calma para entender a minha ausência nos momentos de estudo e também agradeço a minha mãe Solange Santos meu maior exemplo. Obrigado

Não há assunto tão velho que não possa  
ser dito algo de novo sobre ele.

*(Fiódor Dostoiévski)*

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo esclarecer de uma maneira direta a importância e a função do óleo lubrificante e também seu monitoramento quando se refere aos motores de combustão interna, como o motor de combustão principal (MCP) e os motores de combustão auxiliar (MCA) nos navios mercantes. Todos os lubrificantes são classificados de acordo com seus aditivos e suas aplicações. O tipo de lubrificante a ser utilizado numa máquina deve seguir as recomendações do fabricante. Também são proferidas informações a respeito dos métodos de lubrificação e seus pontos de aplicação, bem como o ciclo do óleo lubrificante no motor. Finalizando o trabalho, são descritos alguns problemas causados pela lubrificação inadequada nos motores e suas devidas consequências.

Palavras-Chave: Lubrificação. Contaminantes. Lubrificação do MCP, Motor de Combustão Interna.

## **ABSTRACT**

This work aims to clarify in a direct way the importance and function of lubricating oil and also its monitoring when referring to internal combustion engines, such as the main combustion engine (MCP) and auxiliary combustion engines (MCA) in the merchant ships. All lubricants are classified according to their additives and their applications. The type of lubricant to be used in a machine must follow the manufacturer's recommendations. Information is also given regarding the lubrication methods and their application points, as well as the cycle of the lubricating oil in the engine. At the end of the work, some problems caused by inadequate lubrication in the engines and their consequences are described.

Keywords: Lubrication. Contaminants. MCP Lubrication, Internal Combustion Engine.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES/FIGURAS

<b>Figura 1:</b>	Lubrificação	13
<b>Figura 2:</b>	Circulação do Lubrificante	21
<b>Figura 3:</b>	Ciclo do Lubrificante	23
<b>Figura 4:</b>	Kit Test Óleo Lubrificante	24
<b>Figura 5:</b>	Purificador	27

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>MCP</b>	Motor de Combustão Principal
<b>MCA</b>	Motor de Combustão Auxiliar
<b>BBA</b>	Bomba
<b>SAE</b>	Sociedade de Engenheiro de Automóveis
<b>TBN</b>	Total Base Number (Número Total de Bases)
<b>TAN</b>	Total Acidity Number (Número Total de Ácidos)

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	11
<b>2</b>	<b>A LUBRIFICAÇÃO</b>	12
<b>2.1</b>	<b>Histórico da lubrificação</b>	12
<b>2.2</b>	<b>Definição</b>	13
<b>3</b>	<b>LUBRIFICANTES</b>	14
<b>3.1</b>	<b>Tipos de lubrificante</b>	14
3.1.1	Óleos minerais	14
3.1.2	Óleos graxos	15
3.1.3	Óleos sintéticos	15
3.1.4	Óleos compostos	16
<b>3.2</b>	<b>Propriedades do lubrificante</b>	16
3.2.1	Viscosidade	16
3.2.2	Oxidação	16
3.2.3	Densidade	16
3.2.4	Cor	17
3.2.5	Número total de base	17
3.2.6	Ponto de fulgor	17
3.2.7	Ponto de fluidez	17
<b>4</b>	<b>ADITIVOS</b>	18
<b>4.1</b>	<b>Detergente</b>	18
<b>4.2</b>	<b>Dispersante</b>	18
<b>4.3</b>	<b>Máxima pressão</b>	18
<b>4.4</b>	<b>Antioxidante</b>	18
<b>4.5</b>	<b>Anti-desgaste</b>	19
<b>4.6</b>	<b>Agentes de oleosidade</b>	19
<b>4.7</b>	<b>Abaixadores do ponto de fluidez</b>	19
<b>4.8</b>	<b>Emulsionantes</b>	19
<b>5</b>	<b>MÉTODOS DE LUBRIFICAÇÃO</b>	20
<b>5.1</b>	<b>Lubrificação por Salpico</b>	20

<b>5.2</b>	<b>Lubrificação Forçada</b>	20
<b>5.3</b>	<b>Lubrificação por Gravidade</b>	21
<b>5.4</b>	<b>Lubrificação por Mistura</b>	21
<b>6</b>	<b>SISTEMA DO ÓLEO LUBRIFICANTE</b>	22
<b>7</b>	<b>CONTROLE DO ÓLEO LUBRIFICANTE</b>	24
<b>7.1</b>	<b>Contaminação</b>	25
7.1.1	Água	25
7.1.2	Combustível	25
7.1.3	Insolúveis	25
<b>7.2</b>	<b>Tratamento do óleo lubrificante</b>	26
7.2.1	Centrifugador	26
7.2.2	Purificador	26
7.2.3	Clarificador	27
7.2.4	Filtragem	27
<b>8</b>	<b>PROBLEMAS DA LUBRIFICAÇÃO INADEQUADA</b>	28
<b>8.1</b>	<b>Atrito</b>	28
8.1.1	Cisalhamento	28
8.1.2	Adesão	28
8.1.3	Tipos de atrito	29
<b>8.2</b>	<b>Desgaste</b>	29
<b>8.3</b>	<b>Redução da potência efetiva do motor</b>	30
<b>8.4</b>	<b>Redução da vida útil do motor</b>	30
	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	31
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	32

## 1 INTRODUÇÃO

A Lubrificação é de extrema importância para o perfeito funcionamento de um motor para prolongar a sua vida útil. Existem peças que se atritam no ato do funcionamento do equipamento. Um dos principais problemas causados pelo atrito em um equipamento é o desgaste. Ele diminui a vida útil dos materiais que compõem o sistema. Procurando uma correta lubrificação a fim de minimizar tal problema, devemos usar o lubrificante que se encaixa na faixa operacional do nosso motor. Ele necessita diminuir a fricção, deixar o desgaste das peças no limite aceitável em movimento no motor, resfriar o motor, manter todo o mesmo em bom estado, contribuir para a estanqueidade entre cilindro e pistão, proteger da corrosão e isolamento elétrico.

Os oficiais da praça de máquinas devem manter todos os equipamentos operando perfeitamente e esta é o principal objetivo da nossa função a bordo.

Nas embarcações mercantes as máquinas de maior relevância são: os motores de combustão principal (MCP) e os de combustão auxiliares (MCA), e para que ocorra um bom funcionamento, é necessário que a manutenção seja levada a sério e que seja satisfatória no sistema de lubrificação dos motores.

Esta monografia tem como objetivo melhorar o conhecimento no que se diz respeito à importância do óleo lubrificante nos motores das embarcações em um modo geral, discutindo os principais tópicos relacionados ao assunto e fazendo com que esse conteúdo seja abordado de uma maneira simples e direta.

## **2 A LUBRIFICAÇÃO**

### **2.1 Histórico da lubrificação**

Temos registros mostrando que ao longo do tempo o homem procurou resolver seus problemas de forma inovadora, observando com atenção tudo ao seu redor e procurando fazer uso da natureza para a solução dos problemas cotidianos.

Remetendo ao Egito encontramos o mais antigo registro de algo que pode ser interpretado como o uso de um lubrificante, no túmulo de Ra-Em-Ka, nos anos 2600/1700 a.C onde um trenó carregava um obelisco de pedra e era utilizada uma espécie de fluido com características únicas a fim de diminuir o esforço do trabalho.

O uso de lubrificantes na indústria só teve início no século XIX, onde se tem indícios da destilação do petróleo com o propósito de obter um óleo mais refinado para iluminação dos antigos postes e lâmpadas nas casas e ruas.

Com o passar do tempo novas tecnologias entraram em cena, foram descobertos poços com jazidas de petróleo ao redor do mundo, com esse o uso do chamado Ouro Negro novos produtos foram desenvolvidos, como por exemplo, o óleo lubrificante que nós temos hoje em dia. A utilização do petróleo no mundo é essencial, porém sabemos que ele está com os dias contados e assim teremos que aguardar o que a tecnologia irá nos mostrar quando esse combustível fóssil não estiver mais disponível, como eles vão produzir o óleo Lubrificante... Nosso objetivo de estudo é um dos principais componentes de um sistema que tenha movimento rotativo.

## 2.1 Definição

É toda matéria acomodada entre duas superfícies em movimento tendo a capacidade de diminuir o atrito e o desgaste, além de evitar corrosões. Essa matéria pode ser todo e qualquer fluido, não precisa ser necessariamente líquido.



Fonte: site - <https://www.mecflux.com.br/lubrificacao-de-engrenagens/>

## 3 LUBRIFICANTES

### 3.1 Tipos de lubrificante

O óleo lubrificante é concebido em duas fases a partir da destilação do óleo cru (topping). A primeira fase consiste na torre de fracionamento (pressão atmosférica) onde são separados derivados e gasóleo. A segunda fase, o resíduo é direcionado a um cilindro contendo vácuo, lugar destinado à produção do gasóleo e outras frações de óleo lubrificantes.

Os lubrificantes são divididos em:

- Minerais: derivados da destilação do petróleo;
- Graxos: de origem animal ou vegetal (químicos instáveis);
- Compostos: composto de óleos minerais e graxas;
- Sintéticos: os chamados polimerizados, produzidos artificialmente;
- Graxas: Um agente espessante é misturado ao óleo lubrificante.

Um lubrificante é selecionado para um motor pela sua viscosidade SAE (Sociedade de Engenheiros de Automóveis).

Categorias dos Óleos Lubrificantes:

#### 3.1.1 Óleos minerais:

São misturas oriundas do petróleo, carvão ou xisto. Destinados para lubrificação, pois possuem um bom custo e benefício. Características voltadas para o óleo cru de origem. Possuem algumas vantagens se comparada aos outros óleos, podemos citar como exemplo: maior resistência à alta temperatura, maior estoque disponível na natureza para sua obtenção.

Óleos minerais podem ser subdivididos em outros grupos: naftênicos, parafínicos, aromáticos e mistos.

Os parafínicos possuem uma maior estabilidade a oxidação,



Já os naftênicos mais usados em baixas temperaturas, além de possuir uma menor faixa de uso, se comparado com os parafínicos, pois vem apresentando ultimamente pequena e decrescente disponibilidade no mercado, devido à escassez no mundo, das fontes de origem.

### 3.1.2 Óleos graxos:

Conhecidos como óleos orgânicos (de origem vegetal e mineral), como satisfaziam as necessidades da época foram os primeiros óleos usados. Ainda hoje são usados somente para fins de lubrificação industrial.

Foram substituídos pelos óleos minerais por não sofrerem hidrólise, possuem menos valor agregado, não se tornam corrosivos em seu uso e são economicamente mais viáveis.

Os óleos graxos se oxidam facilmente, porém possuem a vantagem de aderir mais facilmente às superfícies metálicas, aumentando sua capacidade de lubrificação.

### 3.1.3 Óleos sintéticos

Suportam condições severas de trabalho. São mais estáveis, possuem vida útil maior que outros tipos de óleos, trabalham em uma faixa maior de temperatura de desempenho.

Portanto essas características contribuíram para fabricação em maior escala deste tipo de lubrificante visando à parte industrial.

Esses óleos podem ser classificados em cinco tipos principais: ésteres de ácidos de básicos, ésteres de organofosfatos, ésteres de silicatos, silicones, compostos de éteres de poliglicol.

#### 3.1.4 Óleos compostos:

São misturas oriunda dos óleos graxos e os óleos minerais; adicionados cerca de 1 a 25% de sua composição chegando até 30% de acordo com lubrificantes e lubrificação (1987).

### 3.2 Propriedades do lubrificante

#### 3.2.1 Viscosidade

Principal propriedade de um óleo lubrificante, é a resistência que um fluido oferece ao escoamento, resultado do atrito interno entre as moléculas que compõem o fluido quando este entra em movimento. Essa propriedade é responsável pela uma melhor aderência, o filme de óleo entre as partes da máquina, diminuindo assim o desgaste e o atrito entre as partes, a viscosidade é inversamente proporcional as grandes alterações da temperatura. Uma maneira de especificar a mudança da viscosidade em relação a temperatura é identificado como o Índice de Viscosidade.

#### 3.2.2 Oxidação

Reação química entre o oxigênio e os hidrocarbonetos do óleo, a oxidação está relacionada a temperatura , a quantidade de oxigênio em contato com o óleo e ação catalítica dos metais, algumas consequências desse processo são: Formação de Borra e vernizes, Formação de Ácidos e aumento da viscosidade

#### 3.2.3 Densidade

Razão entre a massa específica de alguma substância e a massa específica da água ou do ar. Geralmente é usado o termo densidade relativa nos derivados de

petróleo, que é a relação entre a massa de um volume a uma temperatura X pela massa de igual volume de água destilada. Uma das vantagens de se conhecer a densidade de um óleo é poder converter a massa em volume e vice versa.

#### 3.2.4 Cor

Um erro comum cometido por muitas pessoas é relacionar a cor com a viscosidade do óleo ou até mesmo a sua qualidade, o que devemos ter em mente é a aceitação de uniformidade de determinado tipo ou marca.

#### 3.2.5 Número total de base

Conhecido como TBN( Total Base Number) , medida da alcalinidade necessária para titular  $\text{pH} = 4.0$  de uma grama de Óleo, também temos o TAN( Total Acidity Number), medida da quantidade de ácido necessária para neutralizar todos os componentes básicos de uma grama de Óleo.

#### 3.2.6 Ponto de fulgor

Temperatura mínima em que o fluido desprende vapor depois de aumentada a sua temperatura inflama se aplicado uma fonte de calor. A bordo deverá ser feito o uso de fluidos lubrificantes com o ponto de fulgor acima de 150 Celsius.

#### 3.2.7 Ponto de fluidez

Conhecido também como ponto de congelamento ou ponto de gota, seria a temperatura mais baixa que uma amostra de óleo é submetida onde ele ainda flui.

## **4 ADITIVOS**

Com o passar do tempo e o crescimento tecnológico foi necessário desenvolver uma nova forma de lubrificação, o óleo mineral já não estava fazendo o devido papel nas novas máquinas e equipamentos, não estava alcançando a performance esperada. Foram desenvolvidos compostos que visavam melhorar o rendimento dos fluidos lubrificantes, conhecidos como Aditivos, que em definição são substâncias naturais modificadas ou sintetizadas para ressaltar ou atribuir propriedades dos óleos bases. Podemos destacar as seguintes propriedades que os pacotes de aditivos atribuem ao óleo.

### **4.1 Detergente**

O óleo dissolve os produtos sólidos da combustão, reduz resíduos nos motores quando trabalham em altas temperaturas. Os motores ganham em rendimento pois podem trabalhar mais horas continuamente pois ocorre a diminuição de borras e depósitos dentro do cilindro.

### **4.2 Dispersante**

Os dispersantes completam a ação dos detergentes, eles conservam os elementos dissolvidos em suspensão evitando assim o acúmulo no fundo do cárter ou filtros, evitando que os produtos de oxidação se depositem nas partes metálicas.

### **4.3 Máxima pressão**

Capacidade de resistir as altas pressões mecânicas que podem, por exemplo, aparecer nos mancais.

### **4.4 Antioxidante**

Os gases ácidos da combustão em contato com o óleo tende a se tornar oxidação perdendo a sua capacidade lubrificante. Os aditivos com poder anti-

oxidação neutralizam os ácidos que se acumulam no cárter cuja a presença origina-se de desgastes na superfície de atrito.

#### **4.5 Anti-desgaste**

Tem como função diminuir o desgaste do motor ocasionado pelo atrito entre superfícies metálicas, aderindo uma película protetora no metal, formando uma proteção contra escoriações das peças.

#### **4.6 Agentes de oleosidade**

Quando ocorre um grau de movimentação muito intenso esse poder aditivo é empregado ao óleo, são partículas polares que se aderem as superfícies metálicas assim reduzindo o atrito.

#### **4.7 Abaixadores do ponto de fluidez**

Compostos químicos que modificam a estrutura molecular dos cristais de parafina que se forma no seio do óleo, tornando o óleo mais resistente ao escoamento.

#### **4.8 Emulsionantes**

Geralmente usados para trabalhos com usinagem, pois servem para resfriar e lubrificar ferramentas de corte.

## **5 MÉTODOS DE LUBRIFICAÇÃO**

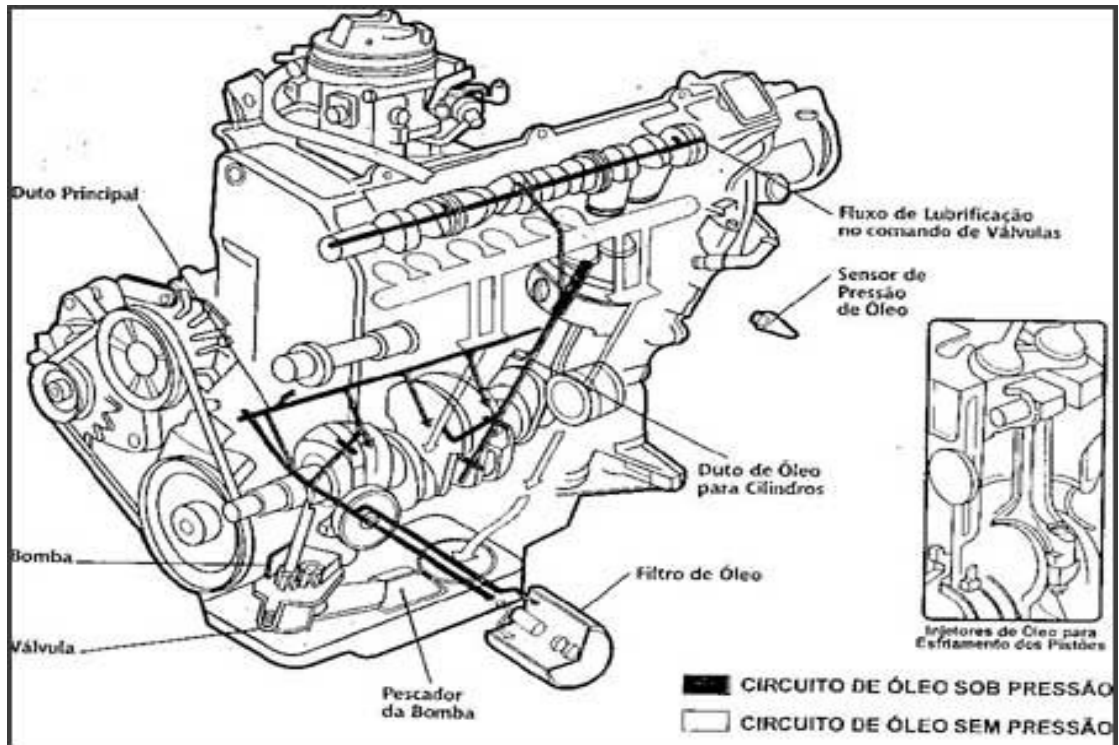
Dependendo do Motor em questão nós podemos ter diferentes meios de lubrificação segundo os respectivos fabricantes, eles podem ser:

### **5.1 Lubrificação por salpico**

Muito utilizada na lubrificação de cilindros de motores de pequeno porte, não vai ser encontrada em motores das embarcações de apoio offshore. Consiste em uma peça fixada a cabeça da conectora, chamada de pescador, mergulhando no óleo e na subida salpica o óleo nas partes do cilindro.

### **5.2 Lubrificação forçada**

Composta basicamente pelos seguintes componentes: reservatório de óleo, ralo, bomba, filtro, resfriador e sensores. Utilizada em 99 % dos motores a bordo das embarcações dos motores marítimos. O óleo é forçado para os mancais na árvore de manivelas, mancais das bielas e mancais da árvore de comando, o caminho do óleo continua por passagens perfuradas nas bielas, para os pinos dos pistões, onde o óleo é pulverizado nas paredes dos cilindros proporcionando uma lubrificação adicional aos anéis e pistões. As engrenagens de sincronização são lubrificadas por óleo pulverizado por um bocal derivado na tubulação principal



Fonte: site - <https://www.retificacometa.com.br>

### 5.3 Lubrificação por gravidade

É aquela em que o óleo lubrificante chega as superfícies a ser lubrificadas por ação da gravidade, o sistema necessita de uma bomba para conduzir o lubrificante para o tanque de gravidade que pode ser encontrado em um plano mais elevado da praça de máquinas, não é uma lubrificação homogênea pois o filme de óleo não adere de uma maneira igual em todas as partes.

### 5.4 Lubrificação por Mistura

O óleo lubrificante é misturado com o combustível e penetra no motor proporcionalmente ao consumo do mesmo. A proporção do Lubrificante em relação ao combustível é geralmente de 5%.

## 6 SISTEMA DO ÓLEO LUBRIFICANTE

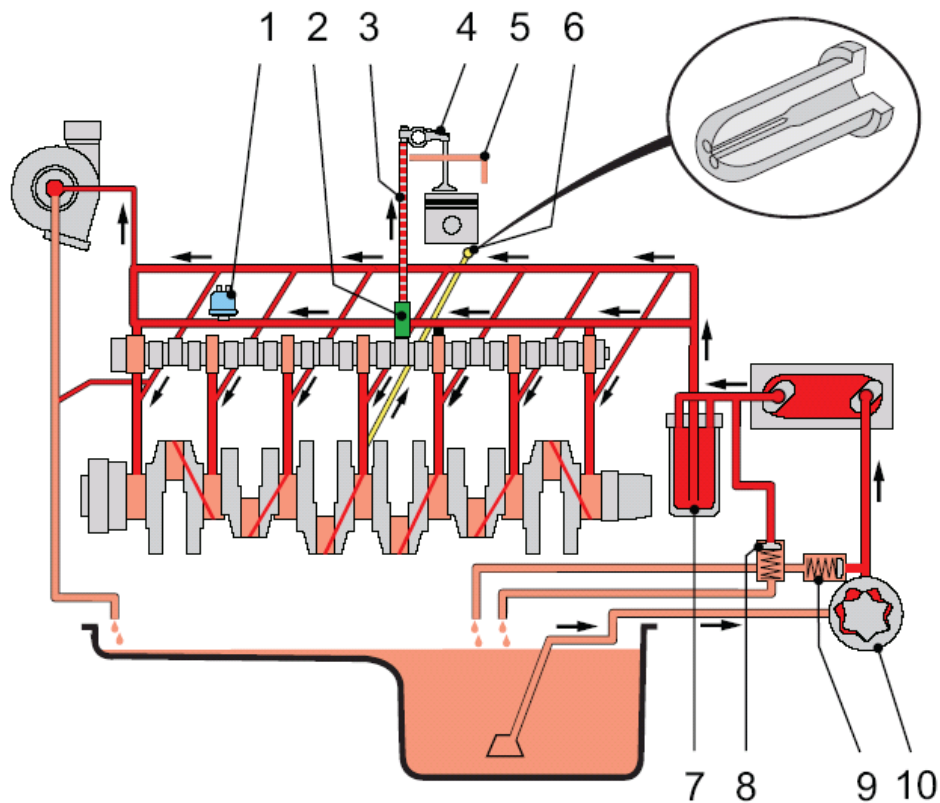
Consiste em garantir que todas as partes móveis como o eixo de manivelas, pistões trabalhem sem que suas superfícies atuem em contato umas com as outras evitando assim o atrito e o superaquecimento, a lubrificação visa minimizar este contato prolongando a vida útil do motor. Todo óleo lubrificante fica armazenado no cárter, localizado na parte inferior do motor. Esse óleo é conduzido do cárter para a bomba de lubrificante e então segue para as outras partes dos motores com capacidade para bombear mais óleo do que é requerido no sistema sendo assim necessária uma válvula de pressão que tem como objetivo regular o fluxo de óleo.

Em seguida o óleo passa por um filtro localizado na parte externa do bloco do motor e tem finalidade de reter as partículas sólidas presentes no óleo. Primeiramente este passa na parte longitudinal do motores (MCP e MCA) chamada galeria principal do óleo. Nessa galeria o óleo passa por furos de alimentação até chegar ao virabrequim, atuando nos mancais e depois até os casquilhos das bielas.

O lubrificante pode ser esguichado por baixo dos pistões lubrificando as paredes do cilindro. Em outros motores o óleo passa do centro da biela até se pé, lubrificando também os cilindros e os mancais.

Nos dois casos, o excesso de óleo é eliminado das paredes do cilindro pelos anéis dos pistões (anéis de raspagens), durante o movimento destes. E para perder todo calor adquirido quando atuando nos motores a combustão interna, o óleo passa por um resfriador de óleo e retorna ao seu reservatório, retomando o ciclo.





<https://www.ebah.com.br/content/ABAAABq14AB/apostila-motor-ciclo-diesel?part=7>

**1-SENSOR DE PRESSÃO DO OLEO.**

**2-TUCHO**

**3-HASTE, ALIMENTADOR DE OLEO PARA LUBRIFICAÇÃO DO BALANCIM.**

**4-BALANCIN**

**5-LINHA DE RETORNO POR CARTER.**

**6- JET COOLER PARA RESFRIAMENTO DO PISTÃO**

**7- FILTRO DE OLEO LUBRIFICANTE COM VALVULA DE BY PASS.**

**8- VALVULA BY PASS (TROCADOR DE CALOR) LOCALIZADO NO BLOCO DO RESFRIADOR**

**9-VALVULA DE ALIVIO DE PRESSÃO LOCALIZADO NO BLOCO DO RESFRIADOR**

**10-BOMBA DE OLEO LUBRIFICANTE**

## 7 CONTROLE DO ÓLEO LUBRIFICANTE

Agente de extrema importância na indicação de elementos de desgaste e contaminação de equipamentos a manutenção preditiva baseia-se no acompanhamento da qualidade do óleo lubrificante nos equipamentos em funcionamento, é de extrema importância respeitar as horas de funcionamento dos motores e a coleta o óleo para a análise. Várias empresas realizam o serviço de análise do óleo lubrificante, a bordo nós temos o Oil Test Kit para que possa ser utilizado desse artifício para o acompanhamento das amostras.



Fonte: site - <https://www.indiamart.com>

Com o passar do tempo uma mudança gradual das características do Óleo lubrificante em serviço é aceitável, mudanças repentinas mostram a necessidade de correções e avarias ou até mesmo havendo a necessidade da troca do óleo. Preservadas as características químicas e físicas do óleo o mesmo poderá permanecer em serviço por um período maior de tempo.

Pelos resultados das análises é possível conhecer e até mesmo controlar as contaminações e suas origens, a partir do primeiro dia de funcionamento o óleo se torna suscetível a degradação e contaminação causando a perda de sua eficiência podendo colocar em xeque o funcionamento do equipamento, com isso podemos

detectar a contaminação, oxidação e podemos acompanhar o trabalho dos purificadores de bordo.

## **7.1 Contaminação**

Indesejável e muito preocupante que pode vir a ocorrer no óleo do MCP e MCA. Essa contaminação pode ocorrer por partículas sólidas, água, ar ou outros produtos como por exemplo o óleo diesel formando borra e resina. Fatores importantes que podem indicar o caminho certo a ser feito no resultado das análises. Como falado anteriormente esses elementos são:

### **7.1.1 Água**

Provocando ferrugem, acelerando a oxidação e combinando com outros produtos, materiais aditivos e impurezas afetando diretamente a lubrificação. Pode ser resultante da condensação ou vazamentos das juntas do cabeçote ou das canalizações dos cilindros resfriados com água ou até mesmo do resfriador de óleo lubrificante.

### **7.1.2 Combustível**

As principais causas por contaminação desse agente podem ser alimentação excessiva de óleo, configuração insatisfatória dos injetores, combustão incompleta e irregular. As amostras contendo resíduos de combustível raramente acusam redução de viscosidade, e podem apresentar espessamento, sendo necessário realizar outros testes como índice de neutralização, presença de elementos como vanádio, sódio, níquel.

### **7.1.3 Insolúveis**

Podem ser fuligem da combustão, degradação do óleo, são basicamente produtos da oxidação do óleo.

## 7.2 Tratamento do Óleo Lubrificante

Geralmente a bordo o tratamento do Óleo Lubrificante é feito por decantação, purificação e filtragem. A decantação ocorre no tanque de armazenamento do óleo antes dele seguir para o equipamento, em seguida passa pelo centrifugador onde o óleo é aspirado do cárter e retorna para o mesmo. A filtragem ocorre quando o motor está em funcionamento pois o óleo é forçado a passar por entre os filtros.

### 7.2.1 Centrifugador

Tem como função básica separar componentes mais pesados do óleo, notando que a separação de dois líquidos (água e óleo) somente será possível para misturas imiscíveis e não para misturas emulsionadas entre si. A principal finalidade é livrar o óleo de corpos estranhos. Ao longo do tempo o óleo adquire contaminantes, como a borra por exemplo, provenientes do sistema de resfriamento e da queima do combustível do motor. Podemos citar como exemplo de equipamentos que separam líquidos de diferentes pesos específicos ou densidades.

### 7.2.3 Purificadores

Realiza uma separação líquido – líquido porém não solúveis um no outro e de diferentes densidades, é uma máquina rotativa que trabalha há uma alta velocidade, o efeito de centrifugação é baseado na Lei de Stokes, onde a velocidade de sedimentação é proporcional as diferenças de densidades e inversamente proporcional à viscosidade.



Fonte: site - <https://www.nauticexpo.com>

#### 7.2.4 Clarificadores

Tem o mesmo princípio de funcionamento do Purificador, porém ele realiza a separação dos sólidos existentes nos líquidos, ele só faz a separação das partes sólidas

#### 7.2.5 Filtragem

Também é de extrema importância essa parte fase da purificação do óleo, ao longo do caminho percorrido dentro da máquina o óleo é forçado a passar por filtros retendo pequenas partículas sólidas no Óleo Lubrificante, o filtro deve ser substituído ou lavado de acordo com as recomendações do fabricante.

## 8 PROBLEMAS DA LUBRIFICAÇÃO INADEQUADA

Devemos sempre acompanhar os resultados das análises do óleo lubrificante, observando suas especificações para que os equipamentos possam operar de uma maneira satisfatória. Quando o óleo lubrificante começa a trabalhar fora das especificações podem ser ocasionados muitos problemas como por exemplo:

### 8.1 Atrito

Relativo movimento entre dois corpos sólidos, líquidos ou gasosos, fatalmente ocorrerá a força que se opõem ao movimento, dessa forma é produzido calor, que representa um dos muitos problemas do atrito causando perda de energia. No funcionamento de qualquer equipamento ocorre o fenômeno conhecido como atrito metálico entre as partes. A maneira com que essas superfícies se relacionam são conhecidos como Cisalhamento e Adesão.

#### 8.1.1 Cisalhamento

Quando picos da superfície se encontram lateralmente o atrito se inicia pela resistência oferecida pelo movimento das partes. Existem situações diversas de acordo com a dureza relativa das superfícies. Se ambas as peças possuem durezas semelhantes haverá ruptura em ambos os lados porém se uma apresentar dureza inferior a outra os picos da superfície vão agir como ferramenta de corte.

#### 8.1.2 Adesão

Quando as superfícies em contato apresentam áreas relativamente planas o atrito se desenvolve pela soldagem a frio de micro áreas planas entre si, a adesão é a maior responsável pela resistência ao movimento.

### 8.1.3 Tipos de Atrito

O atrito pode ser :

- a. Sólido : quando há contato de duas superfícies sólidas entre si
- b. Atrito Fluido: quando existe uma camada fluida ( líquida ou gasosa) separando as superfícies em movimento. Essa camada é composta pelo lubrificante que evita a deterioração das peças.

## 8.2 Desgaste

Podemos encontrar diversos tipos de desgaste a bordo dentre os quais podemos destacar :

- Corrosão, provenientes de ácidos.
- Endentação, que é consequência da penetração de corpo estranho duro (impurezas).
- Erosão, que são endentações causadas pela repetição de choques com pesadas sobrecargas.
- Fragmentação, que é produzida por instalação defeituosa.
- Esfoliação ou escamação, causada por fadiga por se submeter o metal a repetidos esforços.
- Fricção, caracterizada por endentações polidas provenientes de corrosão por vibração.
- Abrasão, proveniente de partículas de material abrasivo (areia, limalha) contida no lubrificante.
- Desalojamento consiste na remoção de metal de um ponto e sua deposição em outro.

### **8.3 Redução da Potência Efetiva do Motor**

Uma lubrificação imprópria pode causar aumento do atrito, aumentando sucessivamente a potência do atrito e com isso irá diminuir a potência pois ela vai precisar vencer as forças de atrito para fazer com o equipamento continue trabalhando dentro de um limite aceitável pelo fabricante.

### **8.4 Redução da Vida Útil do Motor**

Destino inevitável quando se opera um equipamento, é o desgaste entre as peças móveis, por mais que a lubrificação seja adequada ainda sim o material vai se desgastar, com o uso do lubrificante essa perda é mais prolongada. A parte onde maior apresenta desgaste são: anéis de segmento, êmbolos. Uma parte que o desgaste é bem visível é na parte superior dos cilindros pois ali se encontram altas temperaturas e pressões.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os oficiais responsáveis pela condução da praça de máquinas devem estar muito atentos para o controle e monitoramento do óleo lubrificante dos motores e geradores, devendo seguir sempre as recomendações do fabricante para que a vida útil dos equipamentos persista por mais tempo.

Diferente dos automóveis não é viável ficar trocando o óleo dos motores nas embarcações, pois os motores trabalham com uma grande quantidade de óleo e também pelo preço, pois é um recurso bem caro.

Uma lubrificação inadequada pode comprometer toda a operação de uma embarcação ou unidade marítimo, pois pode inutilizar um motor principal caso ele não seja tratado da maneira que deve.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5462: Confiabilidade e Manutenibilidade. Rio de Janeiro, 2004.

MOURA, Carlos R. S.; CARRETEIRO, Ronald P. Lubrificantes e Lubrificação. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos.

ZAMBONI, Gustavo E. Graxas, uma arte à procura de definições. Disponível em <<http://manutencao.net/blogs/lubrificacaoemfoco/2018/11/14/graxas-uma-arte-a-procura-de-definicoes/>> Acesso em 06/10/2018

SOBRINHO, Adécio R. Lubrificantes para Motores Marinhos. Disponível em <<http://manutencao.net/blogs/lubrificacaoemfoco/2018/05/12/oleos-para-motores-maritimos/>> Acesso em 06/10/2018

Manual Purifier Alfa Laval  
<<http://www.lubrux.com.br>> Acesso em 20/10/2018

Slides de MCI. Autor: Clóvis Ferreira-OSM

FINZI, Dário. **Mecânica aplicada às máquinas**. Escola de engenharia de São Carlos, São Paulo, 1959.

GERK, Hermann Regazzi. **Petróleo e seus derivados**. Rio de Janeiro: Cefet/ Rio de Janeiro, 2004.

MOURA, Carlos R.S e CARRETEIRO, Ronald P. **Lubrificantes e lubrificação**. 2. Ed. Rio de Janeiro: JR ed. Técnica, 1987.

PETROBRÁS, Gerência industrial. **Lubrificantes: Fundamentos e aplicações**. Editora Petrobrás, 2017.

SCHADEK, **Manual do motor: uma introdução aos motores e aos sistemas de lubrificação e arrefecimento**.

THOMSEN, T.C. **The practice of lubrication**. MaGrak-Hill Book Compan 1951

<<https://www.nauticexpo.com>> Acesso em 05/11/2018

<<https://www.indiamart.com> > Acesso em 06/11/2018

<<https://www.ebah.com.br/content/ABAAABq14AB/apostila-motor-ciclo-diesel?part=7>>  
Acesso em 06/11/2018

<<https://www.retificacometa.com.br>> Acesso em 06/11/2018

<<https://www.mecflux.com.br/lubrificacao-de-engrenagens>> Acesso em 21/11/2018